

✎ DR INŻ. KRZYSZTOF PAWŁOWSKI, PROF. UCZELNI

# STROPY I ICH ZŁĄCZA W BUDYNKACH Z UWZGLĘDNIENIEM WYMAGAŃ OBOWIĄZUJĄCYCH OD 1 STYCZNIA 2021 R.

Ceilings and their connections in buildings taking into account the requirements applicable from 1 January 2021 **ABSTRAKT » S. 34**

Projektowanie cieplne podłóg na stropach międzykondygnacyjnych i nad przejazdami w budynkach o niskim zużyciu energii (NZEB) jest kompleksowym działaniem projektanta i wymaga znajomości zagadnień z zakresu budownictwa ogólnego i fizyki budowli.

Dobór materiałów izolacyjnych powinien opierać się na obliczeniach parametrów fizykalnych z uwzględnieniem aktualnie obowiązujących wymagań prawnych.

## IZOLACYJNOŚĆ STROPÓW

Strop jest poziomym elementem konstrukcyjnym, który dzieli budynek na kondygnacje. Do podstawowych funkcji stropów można zaliczyć:

- » przenoszenie obciążeń stałych i użytkowych,
- » usztywnienie ścian budynku w płaszczyznach poziomych,
- » ochronę przed przedostawaniem się z sąsiednich kondygnacji ognia podczas pożaru,
- » ochronę pomieszczeń przed przenikaniem ciepła i dźwięków oraz przed wilgocią, gazami i zapachami.

W **TABELI 1** przedstawiono podział stropów, uwzględniając różnorodne kryteria.

W stropie międzykondygnacyjnym można wyodrębnić trzy podstawowe elementy: konstrukcja nośna, sufit (dolna część stropu), podłoga (górna część stropu). Sufit wykonany jest w postaci tynku wewnętrzznego, płyt gipsowo-kartonowych, płyt drewnopochodnych lub w postaci sufitu podwieszanego.

Konstrukcja nośna stropu pełni funkcję nośną związaną z przeniesieniem obciążeń własnych i zewnętrznych, ale także odgrywa istotne znaczenie w zakresie izolacyjności akustycznej. Podłoga jest elementem wykończeniowym nadającym podłożu wymagane cechy użytkowe, estetyczne oraz właściwości izolacyjne (akustyczne, termiczne, przeciwwilgociowe). Składa się zasadniczo z kilku warstw ze zróżnicowanych materiałów.

Rodzaje podłóg można podzielić w zależności od następujących czynników:

- » przeznaczenie (budynki mieszkalne, przemysłowe, użyteczności publicznej o zróżnicowanym przeznaczeniu),
- » materiał posadzki (drewno, tworzywa sztuczne, materiały mineralne i bitumiczne),

Kryteria podziału stropów	Przykłady stropów
Ze względu na rodzaj materiału stosowanego do wykonania konstrukcji	Drewniane (np. nagi, z podsufitką)
	Na belkach stalowych typu Kleina (lekki, ciężki, średni)
	Ceramiczno-żelbetowe
	Żelbetowe (monolityczne lub prefabrykowane)
Ze względu na położenie budynku	Na blachach fałdowych
	Nadpiwniczne
	Międzypiętrowe (międzykondygnacyjne)
	Stropy poddaszy
Ze względu na rodzaj konstrukcji nośnej	Stropodachy
	Płytowe
	Płytowe o przekroju wydrążonym
	Belkowo-pustakowe
Ze względu na ognioodporność użytego materiału	Płytowo-żebrowe
	Gęstożebrowe (Fert, Teriva)
	Palne
	Niepalne

TABELA 1. Podział stropów wg przyjętych kryteriów

- » wymagania techniczno-użytkowe (izolacyjność termiczna, dźwiękochłonność, chemoodporność, wodoszczelność,
- » usytuowanie w budynku (na gruncie, międzykondygnacyjna, nad piwnicami, nad przejazdami) [1].

Przykładowe rozwiązania materiałowOf podłóg na stropach międzykondygnacyjnych oraz nad przejazdami opisano m.in. w pracach [2, 3]. W **TABELI 2** zestawiono przykładowe izolacje stosowane na stropach w budynkach.

Podkład pod posadzkę stanowi warstwę wyrównawczą (w odniesieniu do izolacji) oraz przejmującą obciążenia i przekazującą je na warstwy konstrukcyjne podłoża. Powinien być równo ułożony i dobrze wypoziomowany, a także posiadać odpowiednią wytrzymałość. Od dokładności jego wykonania zależy trwałość i estetyka posadzki. Na podkłady stosuje się specjalne zaprawy

Rodzaj izolacji	Przykładowe rozwiązanie materiałowe
Izolacja przeciwwilgociowa	Folia budowlana
	Papy na lepisku
	Masy bitumiczne
Izolacja wodoszczelna w pomieszczeniach tzw. mokrych – sanitarnych oraz gospodarczych (a także na gruncie przy wysokim poziomie wody gruntowej)	Folia w płynie
	Papy i masy bitumiczne
Izolacja paroszczelna nad pomieszczeniami o bardzo dużej wilgotności (nad pralnią, suszarnią, kotłownią, sauną)	Folie paroizolacyjne
	Membrany dachowe
Izolacja termiczna (nad nieogrzewanymi piwnicami, nad ostatnią kondygnacją użytkową (ogrzewaną) oraz nad przejazdami)	Płyty z wełny mineralnej twardej
	Płyty styropianowe
	Płyty z pianki poliuretanowej
Izolacja akustyczna pomiędzy pomieszczeniami lub w szczególnych przypadkach, gdy wymagane jest wyciszenie pomieszczenia ze względu na specyfikę	Płyty z wełny mineralnej twardej
	Płyty piłśniowe twarde
	Ekologiczne materiały izolacyjne

TABELA 2. Przykładowe izolacje stosowane na stropach w budynkach

cementowe lub gipsowe albo jastrychy. W przypadku stosowania ogrzewania podłogowego podkład musi umożliwić prawidłowe ułożenie przewodów instalacji, aby chronić je przed uszkodzeniami mechanicznymi.

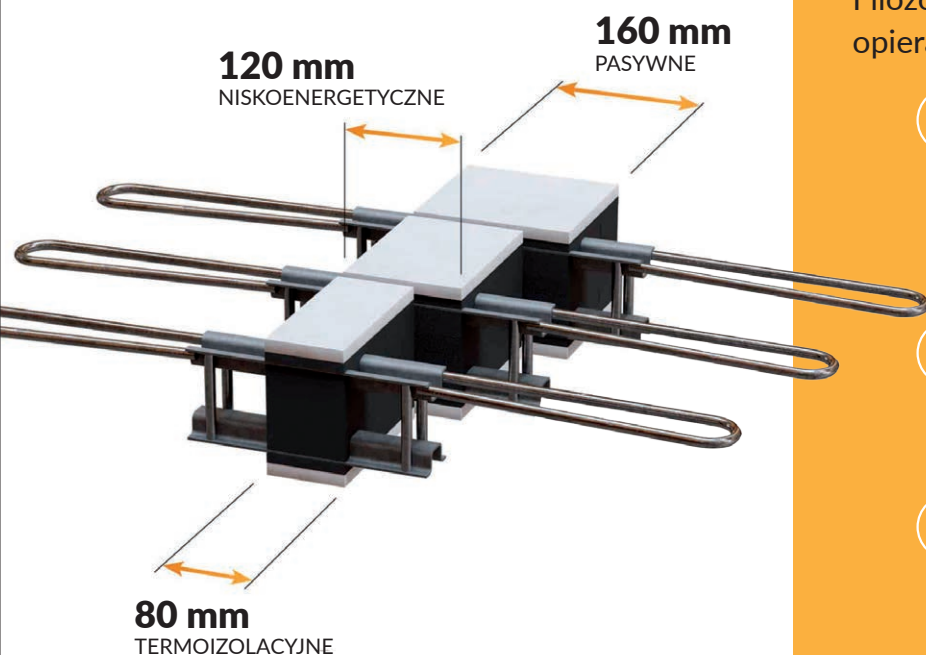
Posadzka stanowi wierzchnią warstwę podłogi jako wykończenie. Musi spełniać odpowiednie cechy fizyczne i mechaniczne: wytrzymałość na ścieranie, odporność na wodę i inne substancje chemiczne, mrozoodporność oraz walory antypoślizgowe.

Najbardziej popularna i skuteczna metoda izolacji akustycznej stropów polega na wykonaniu tzw. podłogi pływającej, czyli

wylewki cementowej na podkładzie z płyt z hydrofobizowanej wełny skalnej lub styropianu. W celu zwiększenia izolacyjności od dźwięków uderzeniowych można zastosować płyty z wełny skalnej. Charakteryzują się one dobrą sprężystością, dzięki czemu podłoga pływająca wykonana z płyt izolacyjnych grubości 40 mm charakteryzuje się wskaźnikiem ważonego zmniejszenia poziomu uderzeniowego stropu wzorcowego  $\Delta L_w = 27$  dB i może być zakwalifikowana do klasy akustycznej II. Badania wykazały, że zwiększenie grubości płyt izolacyjnych nie wpływa w znaczący sposób na polepszenie izolacyjności akustycznej. Innym sposobem poprawy izolacyjności »

REKLAMA

# TIPOMEGA



## POLSKIE ŁĄCZNIKI TERMICZNE DO BALKONÓW

Filozofia opatentowanego systemu TIPOMEGA® opiera się na trzech zasadach:

### IZOLACYJNOŚĆ

Najważniejszą cechą systemu TIPOMEGA®, odróżniającą go od wszystkich znanych rozwiązań redukcji mostka termicznego w płytach balkonowych, jest najwyższa izolacyjność. Potwierdziły to badania naukowe przeprowadzone na Politechnice Bydgoskiej oraz opinia eksperta Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie.

### BEZPIECZEŃSTWO

Gwarancją odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa konstrukcji balkonów z łącznikami TIPOMEGA® jest technologia produkcji łączników oraz jej stała ocena i nadzór przez zewnętrzne jednostki.

### PROSTOTA

Setki, a nawet tysiące różnych typów łączników balkonowych, które stosują wszyscy obecni na rynku budowlanym producenci, zmniejszono w TIPOMEGA® do osiemdziesięciu rodzajów z każdej grubości (8 cm, 12 cm i 16 cm). Efekt ten uzyskano dzięki budowie modułowej systemu.

Lp.	Rodzaj przegrody	Temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
			od 1.01.2021 r. <sup>1)</sup>
1	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podłogowymi	$t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,25
		$8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,30
		$t_i < 8^\circ\text{C}$	1,00
2	Stropy nad ogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i międzykondygnacyjnymi	$\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$	bez wymagań
		$\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań
		oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,25

**TABELA 3. Wartości maksymalne współczynników przenikania ciepła  $U_c$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] stropów [5]**

Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura wewnętrzna, której wartość określona w §134 ust. 2 rozporządzenia [5]

$t_i$  – temperatura obliczeniowa ogrzewanego pomieszczenia zgodnie z §134 ust. 2 rozporządzenia [5]

» akustycznej staje się wykonanie sufitu podwieszanego z płyt gipsowo-kartonowych na konstrukcji niezależnej od konstrukcji stropu, z izolacją akustyczną z wełny szklanej lub skalnej. Natomiast w stropach na belkach drewnianych poprawę izolacyjności akustycznej można uzyskać poprzez zastosowanie przekładek z filcu, gumy lub pianki poliuretanowej zakładanych między belkami a poszyciem [4].

Zasadniczą zmianą rozporządzenia w zakresie ochrony cieplnej budynków [5] jest zmiana wartości maksymalnych współczynników przenikania ciepła  $U_{c(max)}$ . Wartości maksymalne współczynników przenikania ciepła stropów, zgodnie z załącznikiem 2 do rozporządzenia, zestawiono w **TABELI 3**.

Szczegółowe analizy w zakresie kształtowania parametrów fizykalnych złączy stropów międzykondygnacyjnych oraz nad przejazdami przedstawiono m.in. w pracach [2, 3].

### JAKOŚĆ CIEPLNA POŁĄCZENIA STROPU Z PŁYTĄ BALKONOWĄ

Rozwiązanie konstrukcyjne balkonu uzależnione jest od wielu czynników na niego oddziałujących:

- » obciążenie oddziałujące na konstrukcję,
- » wnikanie wody opadowej w konstrukcję balkonu,
- » bezpieczeństwo użytkownika dla osób korzystających z balkonu,
- » mostki termiczne na styku płyty nośnej ze ścianą.

Głównym problemem w konstruowaniu połączenia ścian zewnętrznych z balkonem jest zachowanie ciągłości termoizolacji. Jednym ze sposobów minimalizacji mostka termicznego jest sposób oparcia płyty na żelbetowych lub stalowych wspornikach kotwionych w wieńcu lub zastosowanie tzw. łączników izotermicznych.

Zastosowanie łączników izotermicznych pozwalających na odsunięcie wspornikowej płyty balkonowej od wieńca stropu i wypełnienie tej przestrzeni systemowym materiałem termoizolacyjnym, minimalizuje utratę energii. Są to gotowe elementy, przygotowane do montażu i połączenia ze zbrojeniem wykonanym na budowie. Rozmiar oraz gęstość rozstawienia uzależnione są od wymagań statyczno-budowlanych, takich jak powierzchnia balkonu, wysunięcie oraz grubość płyty balkonowej. Do prawidłowego zaprojektowania przegród zewnętrznych budynku w aspekcie cieplno-wilgotnościowym wymaga się od projektanta, aby każde złącze rozpatrzył przy wykorzystaniu szczegółowych obliczeń numerycznych lub miarodajnych (dokładnych) kart katalogowych.

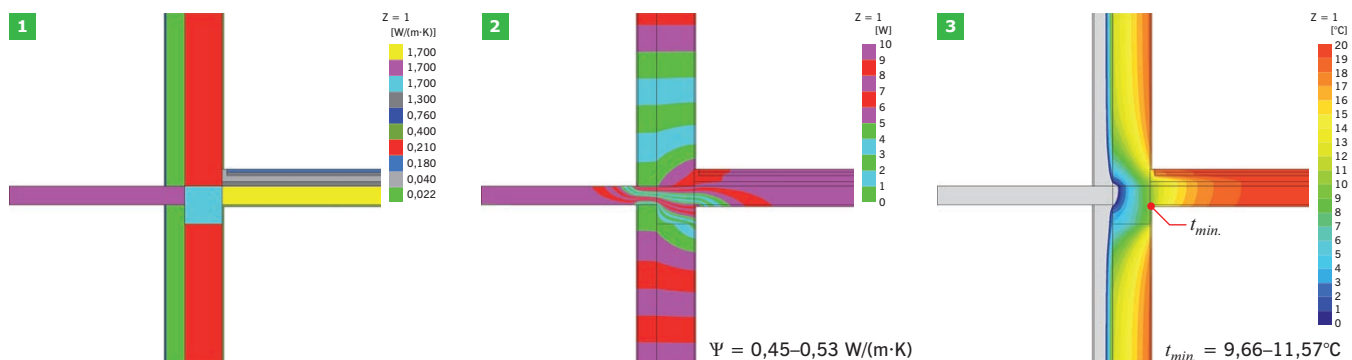
Analizowane rozwiązanie zostało wdrożone do produkcji i zastosowania w budownictwie. Założenia techniczne [6] zostały opracowane m.in. przez pracowników Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. J. i J. Śniadeckich w Bydgoszczy [7]. System łączników izotermicznych w płycie balkonowej uzyskał także Krajową Deklarację właściwości użytkowych, Krajową Ocenę Techniczną wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie oraz Krajowy Certyfikat Stałości Właściwości Użytkowych wydany także przez Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie.

Zastosowanie w łącznikach balkonowych odpowiednio wygiętych blach stalowych jako elementów nośnych (zamiast prętów jak w większości innych tego typu rozwiązań) pozwoliło na zwiększenie grubości izolacji termicznej systemu łączników izotermicznych w płycie balkonowej do wielkości 16 cm. Profile izolacyjne wykonane są ze styropianu grafitowego o bardzo niskim współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031$  W/(m·K). Pozwala to na uzyskanie zrównoważonego współczynnika przewodzenia ciepła całego łącznika izotermicznego  $\lambda'' = 0,052-0,258$  W/(m·K) w zależności od ilości łączników stalowych, wysokości szerokości łącznika.

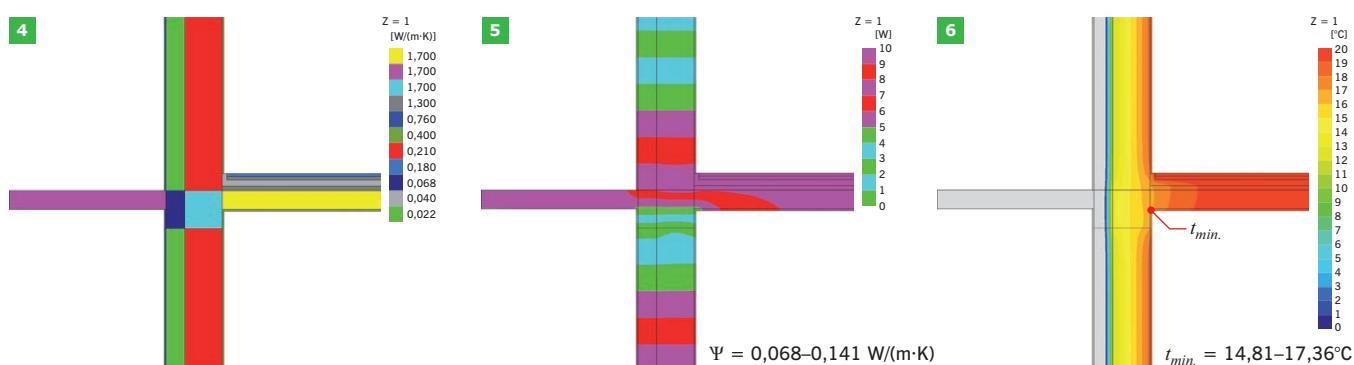
Energooszczędny system łączników izotermicznych w płycie balkonowej jest odpowiedzią na potrzeby wymagających architektów i inwestorów, którzy poszukują łącznika balkonowego o najlepszych parametrach termoizolacyjnych. Jego szerokość wynosi 16 cm i spełnia wymagania stawiane przez światowy trend budownictwa niskoenergetycznego.

Zastosowanie łączników izotermicznych pozwala na minimalizację dodatkowych strat ciepła przez przenikanie oraz ograniczenie ryzyka obniżenia temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody (kondensacji powierzchniowej). Na **RYS. 1-6** przedstawiono wyniki analizy parametrów fizykalnych połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową dla dwóch wariantów: wspornikowa płyta balkonowa oraz zastosowanie łącznika izotermicznego. Dla analizowanych wariantów zestawiono wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła  $\Psi$  [W/(m·K)], odzwierciedlającego dodatkowe straty ciepła wynikające z występowania mostka cieplnego oraz wartości temperatury minimalnej na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu mostka cieplnego  $t_{min}$  [°C] w zakresie sprawdzenia ryzyka występowania kondensacji powierzchniowej – ryzyka rozwoju pleśni i grzybów pleśniowych.

Szczegółowe analizy parametrów fizykalnych złączy stropów z płytą balkonową, przy zróżnicowanych rozwiązaniach materiałowych, przedstawiono m.in. w pracy [8]. »



RYS. 1–3. Połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową (wspornikowa płyta balkonowa): model obliczeniowy (1), linie strumieni ciepłych – adiabaty (2), rozkład temperatury – izotermy (3); rys.: autor



RYS. 4–6. Połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową (zastosowanie łącznika izotermicznego): model obliczeniowy (4), linie strumieni ciepłych – adiabaty (5), rozkład temperatury – izotermy (6); rys.: autor

## » PODSUMOWANIE

Jakość cieplna stropów i ich złączy (np. z płytą balkonową) zależy od wielu czynników, szczególnie związanych z kształtowaniem układów materiałowych elementów obudowy budynków z uwzględnieniem wymagań budownictwa w standardzie niskoenergetycznym.

Istnieje potrzeba opracowania katalogu rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych przegród zewnętrznych i ich złączy (wraz z parametrami fizykalnymi) budynków w standardzie energooszczędnych.

## LITERATURA

1. W.M. Francuz, A. Kusina, M. Machnik, „Technologia budownictwa” cz. 2, Wydawnictwo REA, Warszawa 2012.
2. K. Pawłowski, „Projektowanie przegród poziomych w budownictwie energooszczędnym. Obliczenia ciepłno-wilgotnościowe przegród stykających się z gruntem, stropów oraz dachów i stropodachów w świetle obowiązujących przepisów prawnych”, Grupa MEDIUM, Warszawa 2018.
3. K. Pawłowski, „Izolacyjność cieplna podłóg w budynkach z uwzględnieniem wymagań obowiązujących od 1 stycznia 2021 r.”, „IZOLACJE” 2/2021, s. 16–23.
4. P. Markiewicz, „Budownictwo ogólne dla architektów”, Wydawnictwo ARCHI-PLUS, Kraków 2011.
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2017 r. poz. 2285).
6. Założenia techniczne łączników balkonowych TIPOMEGA.
7. K. Pawłowski, Sprawozdanie z Badania Zleconego „Określenie współczynnika przewodzenia ciepła łączników izotermicznych TIPOMEGA”, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. i J. Śniadeckich, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Bydgoszcz 2020.
8. K. Pawłowski, „Jakość cieplna wybranych złączy budowlanych budynków w standardzie niskoenergetycznym”, „IZOLACJE” 6/2021, s. 34–39.

## ABSTRAKT

W artykule wyjaśniono pojęcie stropu i wymieniono różne jego rodzaje. Autor omówił konstrukcję stropu i zwrócił uwagę na jego połączenie z płytą balkonową.

The article explains the concept of a ceiling and lists its different types. The author discussed the structure of the ceiling and drew attention to its connection with the balcony slab.

KRZYSZTOF PAWŁOWSKI ukończył kierunek budownictwa na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Pracuje w Katedrze Budownictwa Zrównoważonego na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska UTP w Bydgoszczy. Przedmiotem jego zainteresowań badawczych jest kształtowanie zewnętrznych

przegród budowlanych i ich złączy w aspekcie ciepłno-wilgotnościowym. Jest autorem i współautorem 9 monografii i ponad 100 artykułów w zakresie budownictwa ogólnego, budownictwa zrównoważonego, fizyki budowli i materiałów budowlanych. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków i lokali.